

信用风险度量、债券违约预测与结构化模型扩展

杨世伟¹ 李锦成²

(1.对外经济贸易大学国际经济贸易学院, 北京, 100029;

2.中国社科院数量经济与技术经济研究所, 北京, 100732)

摘要: 随着信用风险在中国市场的积累, 债券违约风险逐渐上升。本文通过KMV等信用风险模型对2013~2014年发行的公司债、企业债及私募债进行分析, 估计样本公司的资产价值和波动率, 同时进行违约距离测算, 并结合我国实际情况将其作为多元probit模型的自变量计算得到违约概率。实证结果表明, 公司债的违约风险最大而企业债相对安全, 私募债虽然风险较小但方差更大, 其中银行间私募债风险最低, 而中小企业私募债风险更高, 这表明应加强上市公司监管并防范私募债风险, 同时引导更多优质企业进入以发挥为中小企业融资的功能。

关键词: 信用风险; PFM模型; 违约距离; 多元probit模型

Abstract: As the credit risks have been accumulated in the Chinese market, this paper analyses the bonds between 2013 and 2014 issued by listed company, corporate and privately company through KMV credit risk models etc, estimates the asset value and volatility of sample firms, computes their distance of default and calculates the probability of default by use of the independent variables in the multivariate probit model combined with the actual situation of our country. The empirical results show that the bonds of listed companies have the maximum default risk, and the bonds of corporate are relatively safe. The risk of private bonds is small but has the larger variance. The private bonds among banks have minimum risks, and the risks of small and medium-sized enterprises are higher. This suggests that we should strengthen the supervision of listed companies and prevent private debt risks, at the same time, guide more quality enterprises to solve the financing problems for the small and medium-sized enterprises.

Key words: credit risks, pfm model, distance of default, multivariate probit model

作者简介: 杨世伟, 对外经济贸易大学国际经济贸易学院博士生, 研究方向: 公司金融。李锦成, 中国社科院数量经济与技术经济研究所博士后, 研究方向: 资本市场。

中图分类号: F830.9 **文献标识码:** A

引言

欧洲主权债务危机的发生和美日国债评级下调, 使得全球金融市场雪上加霜, 许多发达国家经济萧条且失业率居高不下, 一大批公司(尤其是银行和金融机构)因资产质量下滑而遭到评级下调甚至破产, 其中信用衍生工具的快速发展和信用风险度量模型的缺陷, 以及信用风险监管的滞后是引起金融风暴的重要原因之一。目前我国市场上一些房地产公司资产负债率较高、地方政府融

资平台现金预期短缺, 在资金面紧缩的市场环境下不少公司以高成本从地下钱庄融资等, 这些迹象表明信用风险正在中国市场积聚, 虽然我国经济目前发展仍相对平稳, 但有关信用风险度量模型的改进和风险监管措施的加强已成为近期研究的焦点。

2012年6月8日, 中小企业私募债业务试点在沪深证券交易所正式启动, 苏州华东镀膜玻璃公司和深圳嘉力达实业公司各5000万私募债的顺利发行, 标志着高收益债券正式登上中国债券市场的舞台, 与此同时

表1 公司债、企业债与私募债区别

	公司债	企业债	私募债	
			中小企业私募债	非公开定向债券融资工具
监管机构	证监会	发改委	交易所	银行间市场交易商协会
审核方式	核准制	核准制	备案制	注册制
发行方式	公开发行	公开发行	非公开发行	非公开发行
审核时间	1个月	6个月	10天	未规定
发行期限	中期	中长期	1-3年	未规定
发行人条件	上市公司	非上市公司及企业	中小企业划型标准规定	非金融企业
交易场所	交易所	银行间市场及交易所	交易所及证券公司	定向发行协议规定

《中小企业私募债业务试点办法》的出台，也为解决企业融资难问题提供了新的模式。由于中小企业私募债普遍具有高风险和低流动性等特征，使得许多投资者不敢贸然参与，因此如何度量并防范其信用风险已成为私募债发展所面临的难题。信用风险是在信用质量发生变化或未能履行合同义务时，债务人给债权人造成经济损失的风险，作为投资者评估债券价格、判断债券违约率的重要依据，在我国大力发展债券市场的背景下，研究风险的影响因素尤为重要。在此背景下，本文研究了公司债、企业债及私募债市场的信用风险，下面列出了这三种债券的主要区别：

由表1可以看出，公司债由证监会审批，发行主体为上市公司；企业债由发改委审批，发行主体为政府部门机构、国有控股或独资企业；而私募债分为非公开定向发行融资工具(PPN)和中小企业私募债，其中PPN由交易商协会审批，发行主体一般为大型国企，中小私募债则由交易所审核，发行人条件须符合工信部的企业标准。我国中小企业私募债自2012年6月问世以来，已运行了30多个月，根据wind资讯数据显示，2014年已有46家企业私募债到期，平均票面利率8.80%，总额共计41.45亿元。随着近年来经济转型及增速的变缓，我国上市公司及企业的发展面临着较大压力，中小企业私募债虽然拓宽了融资渠道和丰富了债券市场品种，但这两年违约现象的频现也给投资者和监管部门的风险防范带来了考验。因此本文从定量的角度构建了适合我国债券市场的信用风险模型，研究了不同债券的风险并进行了违约概率测算，期望找到合适的方法对发债主体进行监测识别，以提高投资

者的认识并为我国债券市场科学、健康的发展提供一定的参考。

文献回顾

传统的信用风险度量模型主要依赖人的经验而具有一定的主观性，因此不能很好的度量信用风险，在这种背景下，出现了以结构化和简约化模型为主要分支的现代信用风险度量体系。结构化模型根据违约事件发生的概率，通过期权定价法来估计金融产品的违约风险，指出资本结构变化对公司违约造成的影响，并揭示了违约触发机制，因此被广泛应用于有违约风险的债券定价中。与结构化模型不同，简约化模型避开对企业资本结构和财务数据的依赖，其直接根据债券市场价格来对信用风险进行定价，并将信用利差看作是附着于无风险利率期限结构的一部分，这种方法在流动性好、债券品种丰富的国外金融市场中有着很好的实用空间，然而我国私募债市场刚刚起步，市场数据较少，这一现状决定我们尚不能基于简约化模型来研究市场信用风险。而结构化模型主要通过股票市场数据来分析企业信用风险，目前我国股票市场发展相对成熟且信息也较充分，国外的研究表明结构化模型为债券定价、违约风险度量提供了坚实的基础且被广泛应用于企业的风险估计，因此本文采用结构化模型对我国债券市场的信用风险进行研究。

当前全球商业范围内运用最多的结构化风险模型主要有四个：JP摩根的信用计量法CreditMetrics、瑞士银行的信用风险附加模型CreditRisk+、麦肯锡的信用组合观点(Credit Portfolio View)以及穆迪公司的KMV模型。CreditMetrics模型的核心思想是资产组合价值的变化受债务人违约和转移的影响，其能够识别债券和贷款等信用风险，但该模型假设信用等级变化服从马尔科夫过程并不合理，且没有考虑利率和汇率等市场风险；CreditRisk+模型应用方便且能够得到违约风险的确定解，但该模型只考虑债务人违约与否而忽略了债务人资本结构变化所带来的风险；Credit Portfolio View模型注重可能影响信用变化的各种宏观经济因素，但实践中信用级别和违约率的变化可能受到许多微观因素的影响，这使模型的应用受到一定的限制。

而KMV模型具有便于计算和对债券主体资产反应灵敏等特点, 可以进行单个资产风险测度, 其需要的历史数据也较少, 因此可以较好的度量我国上市公司债券的信用风险状况。作为一种动态模型, 与信用评级1年更新1次不同, 其违约距离DD可以根据证券市场数据实时更新, 所以KMV模型对公司债券主体信用评级具有更好的及时性和动态性。

在对KMV模型的研究上, 国内外均有较多的文献, 国外学者如Ozge Gokbayrak(2009)^[7]通过KMV模型研究了亚洲、欧洲的非金融公司, 结果显示模型计算得到的EDF可以准确度量不同地区、不同时期上市公司的违约率; Douglas(2010)^[4]将KMV模型得到的违约概率和公司财务数据进行对比后发现, KMV模型不仅可以衡量信用违约互换(CDS)公司的信用风险, 还可以预测非上市公司的违约率; Betty Simkins(2012)^[1]根据修正后的KMV模型对次贷危机中全球金融企业进行了检验, 结果发现修正后的KMV模型预测能力高于专业评级公司, 且比其他信用风险度量模型也更准确。国内学者如沈沛龙(2010)^[10]以200家中小上市企业为样本, 将企业个体与分类面的相对距离和KMV模型的违约距离进行对比, 获得了较为理想的企业信用级别; 潘彬(2012)^[9]以2008~2009年58家ST公司为样本, 加入了反映上市公司股票波动率和价格的违约距离DD指标, 结果发现加入违约距离后所建立的预警模型精度更高; 曾诗鸿(2013)^[12]选取了A股市场中42家制造业公司, 通过ST和*ST公司的财务数据对违约点DP进行了修正, 检验结果表明采用新违约点的KMV模型其准确性和适用性都有所提高。

本文通过KMV等信用风险模型对债券市场进行研究, 但与以往的文献不同, 区别体现在三个方面: 一是目前关于信用风险的论文主要集中于上市公司的股票及债券, 鲜见非上市公司债券方面的研究, 而本文不仅对上市公司债且对非上市的企业债及私募债也进行了检验并加以对比; 二是自中小企业私募债推出两年多来, 私募债的文献只有少数几篇且局限于某个地区的几家企业, 而本文对2013~2014年发行的私募债进行了系统梳理且排除了地域的限制; 三是在研究债券违约风险的基础上, 本文给出了测算公式和不同债券的违约概率, 可以

给投资者加以参考。

模型构建与参数修正

一、上市公司债券与KMV模型

虽然资产价值的波动性是影响企业违约的主要因素, 但由于无法直接观察到, 因此KMV模型通过期权定价公式, 利用负债的账面价值和股权价值的波动, 来反向推导企业的资产价值和波动率, 具体步骤如下:

1. 计算资产波动率 σ_A 和资产价值 V_A

在BSM期权模型下, 公司资产市场价值服从以下随机过程:

$$dV_A = uV_A dt + \sigma_A V_A d_z \quad (1)$$

其中 u_A 表示资产价值期望收益率, V_A 和 σ_A 分别表示资产价值及其波动率, d_z 是一个维纳随机过程, r 为无风险利率。如果T期的债务面值是D, 则公司的资产价值 V_E 和股票市值存在以下关系:

$$V_E = V_A N(d_1) - De^{-rT} N(d_2) \quad (2)$$

$$\text{其中, } d_1 = \frac{\ln(V_A/D) + (r + \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}}, d_2 = d_1 - \sigma_A \sqrt{T} = \frac{\ln(V_A/D) + (r - \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}}$$

为了解出资产价值 V_A 和波动率 σ_A 两个变量, 还需另一方程式即股票波动率 σ_E 和资产波动率 σ_A 间关系如下: $\sigma_E = \frac{V_A}{V_E} \frac{dV_E}{dV_A} \sigma_A$, 这里 dV_E/dV_A 是欧式看涨期权的 Δ 值也即 $N(d_1)$, 所以可变换为:

$$\sigma_E = \frac{V_A}{V_E} N(d_1) \sigma_A \quad (3)$$

由(2)和(3)两式联合, 求得 V_A 和 σ_A 。

2. 计算违约点DP和距离DD

违约距离DD表示资产市场价值离公司违约点DP的大小, 距离越短则违约可能性越大, 反之则越小。KMV公司的研究表明资产价值增长率对违约概率的影响程度较小, 而增加待估参数又会影响模型的预测效应, 因此本文的违约距离DD可通过下式计算得出:

$$DD = \frac{\ln(V_A/DP) + (\mu_A - 0.5\sigma_A^2)T}{\sigma_A \sqrt{T}} = \frac{E(V_A) - DP}{E(V_A)\sigma_A} = \frac{V_A - DP}{V_A\sigma_A} \quad (4)$$

3. 估计预期违约概率EDF

KMV公司基于一个大数据库得到违约距离DD和违约概率EDF的映射关系, 再将DD和EDF间的关系拟合为一条光滑的曲线, 以便能够估计EDF的值, 其可通过以下步骤得到:

因违约概率可认为是资产低于违约点的概率, 因此

表示为:

$$P_T = \Pr[V_A^T \leq DP | V_A^0 = V_A] \quad (5)$$

其中 V_A^T 是T时公司资产价值, P_T 为T时违约概率, 由于市场价值服从维纳随机过程, 对(2)式由伊藤引理(ITO)可得:

$$\ln V_A^T = \ln V_A + \left(u - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T + \sigma_A \sqrt{T} \varepsilon \quad (6)$$

联合(5)和(6)式可得到:

$$P_T = \Pr[\ln V_A + (u - \frac{\sigma_A^2}{2})T + \sigma_A \sqrt{T} \varepsilon \leq \ln DP] \quad (7)$$

经整理可以进一步得到:

$$P_T = \Pr\left[\frac{\ln(V_A / DP) + (u - \frac{\sigma_A^2}{2})T}{\sigma_A \sqrt{T}} \geq \varepsilon\right] \quad (8)$$

因期权公式中公司资产价值随机因子服从 $\varepsilon \sim N(0,1)$ 的标准正态分布, 因此(8)式的违约概率表达式经变换可得:

$$P_T = N\left[\frac{\ln(V_A / DP) + (u - \frac{\sigma_A^2}{2})T}{\sigma_A \sqrt{T}}\right] \quad (9)$$

二、非上市公司债券与PFM模型

对上市公司风险评估而言KMV模型是一种行之有效的办法, 然而由于非上市公司没有股价信息, 不能直接根据股票价格来计算公司资产价值, 能否利用相关信息对这些公司进行准确动态的风险评估是值得探讨的问题, 在这种背景下穆迪公司根据原有的KMV模型开发出了PFM模型(Private Firm Model), 以解决非上市公司的信用风险度量。PFM模型在非上市公司无股票信息的情况下, 通过上市公司的股票数据来估算非上市公司的违约距离和风险, 其基本假设与KMV相似, 区别在于PFM模型选择与非上市公司相近地区和行业、且具有类似盈利和规模上市公司的资产价值和波动率, 来估算非上市公司的信用质量。

在开发出PFM模型后, KMV公司公布了相关的数据资料^[6], 公司内部和许多学者也对模型进行了验证, 发现此模型在欧美等地区均具有较强的预测能力^[2]。由于PFM模型的变量中既包含市场对未来价格的预期、又有反映企业历史经营状况的财务指标, 同时也适用于大多数的银行放贷企业, 因此是穆迪公司近些年来主要推广的信用风险度量模型之一。基于此本文采用PFM模型来

表2 模型参数估计

	参数名称	参数估计方法	数据来源
V_A	资产价值	期权定价公式	Matlab
V_E	股权价值	股票市值	Wind
σ_v	资产收益波动率	根据股票市值与波动率计算	Matlab
σ_E	股票波动率	GARCH(1,1)	Wind
SD	短期负债	给定	Wind
LD	长期负债	给定	Wind
r	无风险利率	一年定期利率	Wind

研究非上市公司发行的企业债和私募债, 在确定非上市公司目标公司的基础上, 采用Wind数据库中目标公司可比排名最高和资本结构最接近的上市公司数据来替代¹, 确定替代公司之后的检验步骤与KMV模型相同。

三、数据处理与参数修正

根据Wind数据库, 在剔除重复发债的公司后, 2013~2014年间发行公司债的有253家、企业债1732家、私募债457家, 在考虑地区行业等因素后, 本文从这些发债企业中各选取30个共90家作为样本, 根据上述的信用风险模型确定以下参数并加以修正:

1. 股权价值 V_E 。由于所选样本都是股权分置改革之后的发债企业, 因此采取上市公司一年流通股的平均股价与发行数量乘积作为股权价值的标的, 计算公式为: 股权价值=股票平均价格*股本数量。

2. 股权价值波动率 σ_E 。传统方法是根据日波动率直接算出年波动率, 即 $\sigma_E = \sigma \sqrt{250}$, 然而金融时间序列常表现出尖峰厚尾等分布特征, 因此本文在2014年1月3日~2014年12月31日间收盘价的基础上建立GARCH(1,1)模型, 利用Eviews软件生成GARCH序列, 得到条件方差和残差序列, 然后根据模型的计量结果得到股票的日波动率, 加总后得到这只股票的年波动率。

3. 违约点DP。根据KMV公司的公式设定, 即 $DP = SD + 0.5 * LD$, 其中SD是短期负债, LD是长期负债。

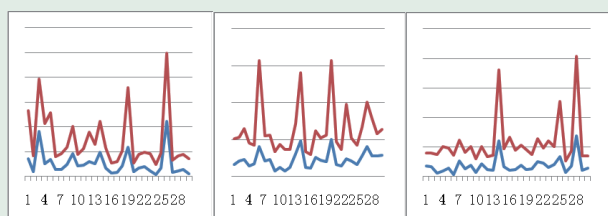
4. 无风险利率r。无风险利率采用央行2014年11月22日公布的1年期定期存款利率, 即2.75%。

5. 预测违约期间的长度一般为1年, 即 $T=1$ 。

实证检验与模型扩展

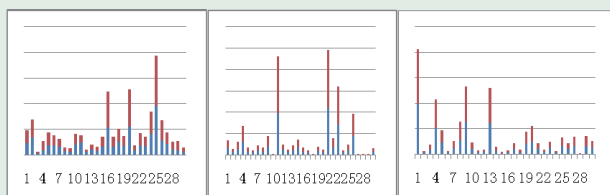
一、实证检验结果

图1 公司债、企业债、私募债资产与股权波动率对比



注：蓝线为资产波动率、红线为股权波动率

图2 公司债、企业债、私募债账面与市值对比

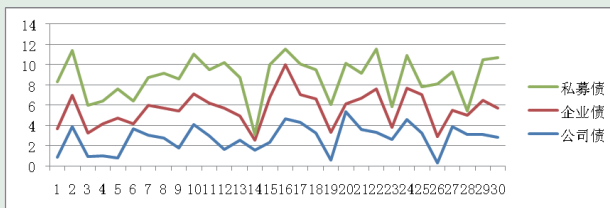


注：蓝柱代表账面、红柱代表市值

表3 债券违约距离测算结果

	公司债券	企业债券	私募债券
DD均值	2.1902	2.7651	3.0953
DD标准差	1.1046	1.3334	2.2158

图3 债券违约距离测算



通过KMV模型对上市公司发行的公司债、PFM模型对非上市公司发行的企业债、私募债进行分析，估计其资产价值和波动率，如图1、图2所示。

由上述结果可以看出，资产波动率与股权波动率具有趋同效应，资产市值数据与其账面价值相差不大且具有一致性，说明模型的拟合效果良好，具有一定的预测作用。而在得到资产价值和波动率的基础上，通过信用风险模型得到的违约距离如表3所示。

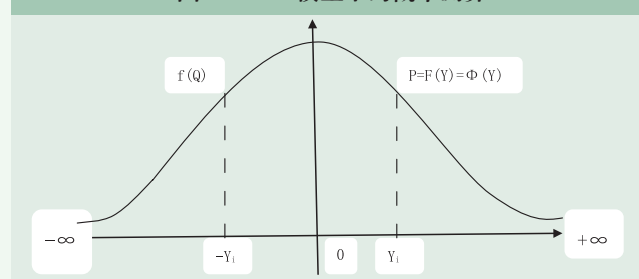
从表3可以看出，公司债违约距离最小，表明其风险最高，企业债风险适中，私募债风险最低但方差较大。首先，公司债风险较高，主要是因为证监会对发行和审核程序简政放权之后，相关配套措施具有一定滞后性，如公司债发行本身并未要求提供担保，这使得一些资质较差的企业也可能进入市场发行公司债，而且由于经济

环境的改变和竞争的加剧，上市公司本身的发展也可能面临一定困境。虽然2014年随着超日太阳、佳兆业集团等上市公司违约现象的出现，沪深交易所对公司债引入了ST制度并提高了购买门槛，但仍不能改变其风险普遍高于企业债的事实。

其次，企业债风险较低主要有两个原因：一是作为审批机关的发改委，对一些重大项目的监管具有天然的优势，如城投债专项检查、重大项目稽查特派员等制度都可以对企业债的用途进行监管，以保证资金的合理使用；二是作为最早诞生的信用债，企业债历经十几年的发展已较为成熟，跨市场发行、抵押融资设计、发行人涵盖等制度均较完善，而且从近些年发行的债券来看，发行人人大都是国有企业，目标是为国家基本建设项目和重点扶持的产业提供资金来源，它们一般具有政府信用支持，且要求银行或集团公司提供担保，如银行不可撤销连带的保证责任，基于此国内评级公司大都给予AAA级，因此其债券违约风险较低。

最后，私募债风险最低但方差较大，主要原因有以下两点：一是私募债分为非公开定向债券融资工具(PPN)和交易所私募债，PPN发行主体为规模较大的国有企业，如2011年4月交易商协会发布的《银行间市场非金融企业债券融资工具私募发行规则》，对投资人及发行人资格均进行了较为严格的规定，而首批获准发行的均是大型国企，如中国五矿、中国国电、中国航空工业于2011年5月发行了首批总额约130亿元的私募债，由于是大型国家企业集团，因此违约可能性很低，这也造成了私募债方差较大；二是2012年6月交易所推出中小企业私募债时，目的是为了缓解中小企业融资难问题，但自运行2年多来也暴露出不少弊病，如在承销收入的影响下，近两年券商发行的中小企业私募债最低规模都在几千万，这意味着发债企业的资产总额可能已达亿元以

图4 Probit模型下的概率测算



上,大多数小微甚至中型企业都达不到这个标准,另外由于是私募债平台,没有政府或风险兜底为依托,投资者对担保等增信要求较高,这在提高了发债成本的同时也加大了私募债的违约风险。

综上所述,由于我国未建立正式的违约企业数据库,因此在求得公司的违约距离以后,企图利用KMV模型根据违约企业数据库中的资料,去构建违约距离DD与预测违约率EDF间的映射关系,只能是徒劳的想法。在这种背景下本文将违约距离作为自变量加入到多元Probit模型之中,以期能够实现有效替代来提高预测精度,为金融机构和投资者的信用风险评价提供科学依据。

二、多元Probit模型

Probit模型通过累积正态分布函数来建模分析,其一般的形式为:

$$P_i = P(Q_i \leq \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ij}) = (1/\sqrt{2\pi}) \int_{-\infty}^{\alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ij}} e^{-Q^2/2} dQ$$

其中 $Q \sim N(0, \sigma^2)$, P_i 表示在条件 X_{ij} 下的违约概率,一般认为当 P_i 大于0.5时,企业违约可能性较大,反之则越小。 P_i 值也即累积概率分布,可通过分布曲线中所围面积求出。

在金融市场中,公司信用水平的高低往往可以从其财务指标中反映出来,因此本文将Z计分模型和违约距离DD加入到Probit模型中,期待能够提高模型预测精度并增强解释力。Z计分模型是由美国经济学家Altman设计的一种破产预测模型^[5],它认为影响企业违约主要有盈利性、活跃性、流动性、偿债能力和杠杆比率五个财务因素,在将正常企业与同行业破产企业的22个变量进行对比分析,并利用实证结果剔除了非相关因素后,最终得到了包含五个指标的Z计分模型即: $Z=0.012X_1+0.014X_2+0.033X_3+0.006X_4+0.999X_5$,其中 X_1 表示流动资产与总资产比值、 X_2 表示留存收益与总资产比值、 X_3 表示息税前利润与总资产比值、 X_4 表示权益资产与负债的比值、 X_5 表示销售收入与总资产比值,由模型知Z值越高则公司违约可能性越低。而本文具有公司债、企业债和私募债三个因变量,因此采用多元Probit模型进行分析,构造具体模型如下:

$$y_i = \alpha_i + \beta_{i1}x_1 + \beta_{i2}x_2 + \beta_{i3}x_3 + \beta_{i4}x_4 + \beta_{i5}x_5 + \beta_{i6}Z + \beta_{i7}DD + \varepsilon_i$$

y 取值为1、2、3,分别对应公司债、企业债和私募债。这里需要强调的是虽然模型对系数 β 本身的估计并不困难,但其得到的是三组变量系数之间的比较结果,并不能用来直接解释系数所代表的经济意义^[11],基于此需要计算 $\partial \Pr(Y_i=j)/\partial X_i$ 来解释变量的边际效应^[8],得到各个解释变量的边际效应如表4所示。

为衡量非线性Probit模型的拟合优度,虽然不存在平方和分解公式无法直接计算,但stata软件仍然汇报了一个准 R^2 (Pseudo R^2),其定义为 $\text{准}R^2 = (\text{Ln}L_0 - \text{Ln}L_1)/\text{Ln}L_0$,其中 $\text{Ln}L_1$ 为原模型对数似然函数的最大值,而 $\text{Ln}L_0$ 是当常数项为唯一变量时对数似然函数的最大值,准 R^2 与线性回归估计值具有一致性,因此可以间接反映模型的拟合优度。由上述检验结果可知,无DD时准 R^2 为0.5747,而加入DD时准 R^2 为0.6936,表明加入违约距离变量后模型显著性有所提高,从LR统计量可以看出,其P值为0.0001<0.05,说明在此水平上显著,因此建立的模型有效,能够对现实情况做出解释。此外本文进行了如下两种稳健性检验:首先,我们将样本中的公司债、企业债、私募债两两分开成三组数据,然后分别进行检验,结果表明变量的符号与之前的回归相一致;其次,将样本中的Z统计量剔除,回归结果依然没有发生实质变化,由此我们认为模型实证结果的稳健性较好。

最后,由上表还可以发现各债券组中只有 X_1 具有共

表4 多元Probit模型检验结果

变量	公司债券		企业债券		私募债券	
	系数	P值	系数	P值	系数	P值
X_1	0.4515*	0.049	0.9047*	0.000	0.4532*	0.041
X_2	0.9644	0.052	-0.0229	0.969	-0.9414	0.067
X_3	4.3553	0.190	-7.1306*	0.047	2.7754	0.420
X_4	0.0202	0.698	-0.0529	0.366	0.0327	0.543
X_5	-0.1334	0.528	0.0455	0.809	0.0879	0.664
Z	0.2539*	0.013	0.4106*	0.036	-0.6646	0.051
DD	-0.0101	0.832	-0.0733	0.132	0.0834	0.086
constant	0.6343	0.372	0.5853	0.416	-0.0491	0.943
Pseudo R2	0.6936					
Pseudo R2 (无DD)	0.5747					
LR test	123.64					
Prob>chi2	0.0001					
number	90					

注:*表示该变量估计系数在5%水平上显著

同的显著性,因此在预测模型中加入 X_1 变量,虽然Z计分量也包含 X_1 会导致多重共线性,然而本文并未采用线性概率模型,同时Probit作为非线性模型也减轻了这方面的问题,而本文主要目的是预测债券违约概率, R^2 越大则预测精度越高,因此轻微的多重共线性可以接受。另外 X_1 具有统计显著性,说明持续的盈利能力是企业生存的根本,而作为综合指标的Z计分量也具有统计显著性,说明企业的综合财务状况能够影响其违约概率和信用质量。基于表4的计量结果,本文用于预测的模型可表示为²: $P_i = P(Q_i \leq \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ij}) = (1/\sqrt{2\pi}) \int_{-\infty}^{Q_i} e^{-Q^2/2} dQ$ 。最后,将表4中相应的检验数据代入预测模型,根据正态分布函数得到模型的违约概率,以0.5为 midpoint 计算得到公司债券平均违约率为5.1616%、企业债券为3.2067%、私募债券为3.0857%,该预测结果与上文基本一致且精度较高。

结论及建议

随着地方债务规模的增加,房地产拐点等问题的出现,信用风险也在中国市场积累。本文从结构化模型的角度,通过KMV等信用风险模型对公司债、企业债及私募债进行了研究,并将违约距离DD和相关财务指标加入到Probit模型中,进而获得了债券的违约概率,经过验证发现这种方法基本有效且效果良好。通过检验可以发现,公司债的违约风险较高而企业债适中,私募债虽然风险偏低但方差较大,这表明公司债违约风险开始显现,而随着国家逐渐控制地方政府发债规模,企业债风险适中,私募债风险虽低但中小企业私募债风险偏大。总体来看,我国债券市场的发展需要注意以下几个方面的问题。

首先,应防范私募债风险,解决企业融资需求。

(上接第40页)

本文通过对国债期货隐含的各类期权价值进行分析,发现国债期货空头在交割时会在一篮子可交割券中选择最廉价的现券进行交割,其等价于期货空头方持有一个以可交割券为一篮子资产的交换期权,基于此,

本文首次建立了我国国债期货的转换期权估值模型,并将该模型融入到国债期货传统的定价方程。对样本的实证研究表明,该修正模型计算的理论价格不仅与国债期货的市场价格高度一致而且比传统的定价模型减少了定价误差。 ■

注释

1. RMSE的公式= $\sqrt{\frac{\sum (Model-Market)^2}{n}}$, 其中Model为模型的理论价, Market为市场价, 该指标被广泛用于度量模型的解释能力。

参考文献:

- [1] Abdallah, B., R.H. Ameur and M. Breton. Pricing the Chicago Board of Trade T-Bond Futures [J]. Quantitative Finance, 2012, 12(11): 1-16.
- [2] Balbas, A. and S. Rechart. On the Future contract quality option: a new look [J]. Applied Financial Economics, 2010, 20(15): 1217-1229.
- [3] Gay, G. D., and S. Manaster. The Quality Option Implicit in Futures Contracts [J]. Journal of Financial Economics, 1984, 13(3): 353-370.
- [4] Grieves, R. and A.J. Marcus. Delivery Options and Treasury Bond Futures Hedge Ratios [J]. Journal of Derivatives, 2005, 13(2): 70-76.
- [5] Grieves, R., J. Marcus and A. Woodhams. Delivery Options and Convexity in Treasury Bond and Futures [J]. Review of Financial Economics, 2010, 19(1): 1-7.
- [6] Hemler, M.. The Quality Delivery Option in Treasury Bond Futures Contracts [J]. Journal of Finance, 1990, 45(5): 1565-1586.
- [7] Margrabe, W.. The Value of Option to Exchange One Asset for Another [J]. Journal of Finance, 1978, 33(1): 177-186.
- [8] Richard, J. and J. Rendleman. Delivery Options in the Pricing and Hedging of Treasury Bond and Note Futures [J]. Journal of Fixed Income, 2004, 14(2): 20-31.
- [9] 陈颖. 国债期货转换期权的探讨[N]. 期货日报, 2012-9-13.
- [10] 蒋锦志. 中国国债期货市场发展过程回顾[J]. 证券市场导报, 1995, (07): 26-29.
- [11] 康凯, 潘进. 国债期货定价与交割期权关系实证研究[J]. 时代金融, 2014, (04): 160-161.
- [12] 王敬. 国债期货仿真交易的合约设计合理吗? ——兼论利率期货合约设计[J]. 投资研究, 2013, (02): 153-159.
- [13] 张庆修, 赵文杰. 国债期货市场发展思路[J]. 证券市场导报, 1994, (02): 27-30.
- [14] 郑权. 美国国债期货市场的发展与经验[J]. 证券市场导报, 1995, (04): 36-39.
- [15] 周子康, 陈芬菲, 张强劲. 国债期货中的最便宜交割债券分析[J]. 中国管理科学, 2008, (02): 20-24.

中小企业作为我国经济的重要组成部分，对国民经济的发展有着很强的推动作用，而随着企业的不断增加，通过银行信贷等融资方式已不能满足其资金需求，中小企业私募债的推出，不仅能够为其提供更多资金渠道并防范风险积聚在银行，同时还可将民间金融导入正途以实现阳光化。然而目前发债规模对中小企业资质要求较高，如2014年中小私募债发行总规模980.77亿元、完成发行的共707只，平均单只规模1.27亿元，这意味发债企业资产规模可能已上亿，小微甚至大部分中小企业都达不到这个标准，与此同时投资者对中小私募债担保等增信的要求也提高了发债成本。因此国家可参考穆迪、标普等模式发展第三方征信服务机构，这样可在降低企业发债成本的同时，更好的防范私募债风险并引导优质小微企业进入，从而创造更多的就业机会来促进经济增长。

其次，要加强公司债监管，增加风险对冲产品。2014年3月5日，上海超日太阳宣布无力为其10亿人民币公司债支付上年8980万人民币的利息，这标志着公司债券发行以来，首次有上市公司债券违约。而随着经济转型和增速的放缓，市场下行压力会开始显现，据Wind资讯统计，2014年已有超过10只公司债被暂停上市，一些暂停上市债券的评级也跌至垃圾级，因此应加强对上市公司发债的监管。另外目前机构投资者普遍缺

少对冲债券潜在风险的有效工具，因此可借鉴国外经验，推出高信用级别的信用违约互换合约(CDS)或抑押债务凭证(CDO)，以转移或对冲债券的信用风险^[3]，这样不仅可以增加债券市场的流动性、扩大公司债和私募债的市场规模，也可以为不同偏好的债券持有者提供投资工具。

最后，需建立违约数据库，发展征信评估体系。由于我国公司破产的历史统计数据缺乏，实践中很难将违约距离转化为违约概率，以进行市场定价和外部评级，因此监管部门可建立企业违约数据库，一方面可为承销商、发行人等提供动态的债券风险数据参考，另一方面也有利于机构投资者化解信用风险来保障资金安全。而作为债券市场监督的核心，信用评级制度是市场良好运行的基石，然而目前国内如中诚信等信用评级公司相比标普、穆迪等国外公司规模较小，且主要针对规模较大、盈利能力较强的国企和上市公司，因此亟需建立如第三方信用评价机构的征信评估体系以规范债券市场的发展，这样对预防违约风险、减少交易主体信息不对称等有着积极作用，能够使债券市场的融资作用得到充分发挥，也可使经济更平稳有序的向前发展。 ■

[基金项目：国家自然科学基金项目“国际资本流动与宏观审慎性政策研究”（批准号：71303044）]

注释

1. Wind数据库中有可比公司与资本结构两项排名，本文折中处理。
2. 根据表4显著性水平检验结果，将非显著的系数剔除后，模

型 Y_1 可以表示为 $Y_1=0.6343-0.0101 \times DD+0.4515 \times X_1+0.2539 \times Z$ ， Y_2 和 Y_3 以此类推。

参考文献：

- [1] Betty Simkins. A comparative Study of The Probability of Default For Global Financial Firms[J]. Journal of Banking&Finance, 2012, 36(03): 717-732.
- [2] Syversten B, Rne D H. How accurate are credit risk models in their predictions concerning Norwegian enterprises?[J]. Norges Bank Economic Bulletin, 2004, (12).
- [3] Christine A.Palour, Andrew Winton. Laying off Credit Risk:Loan Sales Versus Credit Default Swaps[J]. Journal of Financial Economics, 2013, 107(01): 25-45.
- [4] Douglas Dwyer,Zan Li, Heather Russell. CDS Implied EDF Credit Measure and Fair Value Spreads[J]. Moody's KMV, 2010, (03): 3-43.
- [5] Edward I.Altman. Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy[J]. The Journal of Finance, 2012, 23(04): 589-609.
- [6] Nyberg M, Sellers M,Zhang J. Private Firm Model Introduction to the Modeling Methodology[R]. KMV LLC,2001.
- [7] Ozge Gokbayrak, Lee Chua. Validating the Public EDF Model During The Credit Crisis in Asia and Europe[J]. Moody's Analytics, 2009, (11): 1-21.
- [8] 陈强. 高级计量经济学及stata应用[M]. 高等教育出版社, 北京, 2010.
- [9] 潘彬, 凌飞. 引入违约距离的上市公司财务危机预警应用[J]. 系统工程, 2012, 3(30): 45-51.
- [10] 沈沛龙, 周浩. 基于支持向量机理论的中小企业信用风险预测研究[J]. 国际金融研究 2010, (08): 77-85.
- [11] 张三峰, 杨德才. 农民的土地调整意愿及其影响因素分析——基于2006年中国综合社会调查数据[J]. 中国农村观察, 2010, (01): 15-33.
- [12] 曾诗鸿, 王芳. 基于KMV模型的制造业上市公司信用风险评价研究[J]. 预测, 2013, 2(32): 60-69.